



⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯

03.08.95 DE 195205197

⑯ Anmelder:

Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑯ Aktenzeichen: 196 20 782.7

⑯ Anmeldetag: 23. 5. 96

⑯ Offenlegungstag: 5. 12. 96

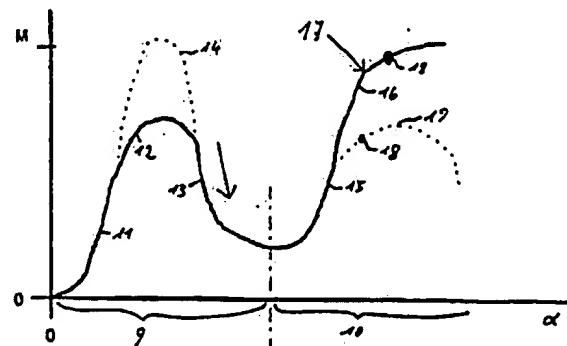
⑯ Erfinder:

Brennecke, Detlev, Dipl.-Ing., 30167 Hannover, DE;
Werthe, Burghard, 30855 Längenhagen, DE

BEST AVAILABLE COPY

⑯ Verfahren zur Herstellung einer Schraubverbindung und Vorrichtung hierfür

⑯ Bei der Handmontage in der Großserienfertigung werden zum Verschrauben von Blechschrauben Einhandelektroschrauber eingesetzt, deren Abschaltung drehmomentgesteuert ist. Bei Problemverschraubungen kann die Abschaltung bereits beim Gewindefurchen (9, 14) oder zu spät erfolgen (19). Mit dem neuen Elektroschrauber (AkkuSchrauber) sollen verschiedene Schrauben und/oder Schraubfälle ohne Neueinstellung verschraubt werden können. Während eines Eindrehens einer Schraubverbindung wird das wirkende Drehmoment (M) durch Auswerten des Schrauberstroms ermittelt und ein zeitlicher Drehmomentverlauf als Gradient erfaßt. Eine Elektronik erkennt einen ersten Anstieg (11) sowie einen Abfall (13) des Gradienten und wertet dies als Gewindefurchen (9). Hier sind auch hohe Drehmomentwerte (M) zugelassen. Sobald ein nachfolgender Anstieg (15) sich verringert (16), wird dies als Gewindeformation (17) erkannt und die Abschaltung (18) ausgelöst. Vorteilhaft wird der Drehmomentverlauf über den Drehwinkel (α) aufgenommen. Die Erfindung findet Anwendung im Automobilbau, insbesondere bei der Endmontage.



DE 196 20 782 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10.98 602 049/537

7/26

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellen einer Schraubverbindung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung hierfür nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

Bei der Handmontage in der Großserienfertigung werden zum Verschrauben von Blechschrauben oder gewindefurchenden Schrauben, insbesondere bis Schraubengrößen M8 vorzugsweise akkubetriebene Einhandelektroschrauber (Akkuschrauber) benutzt. Diese meist in Pistolenform ausgeführten Schraubwerkzeuge weisen folgende Vorteile auf:

- sie kommen ohne störende, den Arbeitsprozeß behindernde Zuleitung aus,
- sie sind leicht zu handhaben,
- schwierig erreichbare Schraubstellen können ungehindert verschraubt werden,
- es besteht keine Beschädigungsgefahr an empfindlichen Teilen durch Zuleitungen (z. B. Lackschäden an Fahrzeugen),
- die Unfallgefahr oder Behinderung anderer Personen durch die Zuleitung wird vermieden.

Außerdem findet die Benutzung dieser Werkzeuge eine große Akzeptanz. Den Vorteilen stehen allerdings auch einige Problempunkte gegenüber. So ist beispielsweise eine Kontrolle der Schraubergebnisse hinsichtlich Schraubzeit, Drehmoment und/oder Winkel und entsprechend auch eine automatische Dokumentation des Schraubergebnisses kaum möglich. Außerdem ist bei den Akkuschraubern nur eine Drehzahl für das Einschrauben und Anziehen der Schraubverbindung vorgegeben, wodurch schlechtere Schraubergebnisse im Vergleich zu elektronisch gesteuerten Elektroschraubern anfallen. Eine Drehzahlabsenkung beim Anziehen durch den Werker selbst ist aufgrund der schnellen Geschwindigkeit, mit der die Schraubverbindung hergestellt wird, kaum möglich. Hinzu kommt, daß diese Akkuschrauber bisher keine Überwachung des Gewindeformens oder des Eindrehvorganges haben, um ein Überdrehen vor allem bei selbstschneidenden oder gewindefurchenden Schrauben zu vermeiden.

Insbesondere der letzte Punkt ist problematisch, da beim Verschrauben von Blechschrauben oder gewindefurchenden Schrauben in Dünbblechen mit motorbetriebenen Schraubwerkzeugen es in der Praxis immer wieder zum Überdrehen (Herausreißen der Muttergewinde) durch nicht optimal eingestellte Schrauber kommt. Aber auch bei richtiger Einstellung kann es aufgrund von Serienstreuungen der Reibwerte und der Schraubengeometrie sowie der Lochdurchmesser zu einem Überdrehen der Schrauben kommen, oder die vorgegebenen Drehmomente führen zu einem Abschalten des Schraubers, bevor die Schraube eingedreht bzw. das Gewinde geformt ist. Hinzu kommt, daß an einem Fertigungsabschnitt mehrere verschiedene Schrauboperationen durchgeführt werden, beispielsweise Blech- oder Schneidschraubenverbindungen im Fahrzeuginneren. Wenn hierbei verschiedene maximale Drehmomente erforderlich sind, führt dies entweder zur Notwendigkeit des Austausches des Akkuschraubers oder aber zu einer individuell vorzunehmenden Drehmomentverstellung. Durch die Vielzahl der Schraubverbindungen mit unterschiedlichen Eigenschaften wie Blechdicken, Einschraublängen, Materialien und Oberflächen sind jedoch eine Vielzahl unterschiedlich eingestellter Schrauber erforderlich.

Aufgrund des schnellen Eindrehens einer Schraube ist es dem Werker auch nicht möglich, eine Schraubverbindung durch vorzeitiges, manuelles Abschalten des Schraubers vor einem Überdrehen zu bewahren, wenn am Schrauber ein zu hohes Drehmoment eingestellt ist. Durch eine Vertauschung der Schrauber kann es hierdurch zu teuren Reparaturmaßnahmen aufgrund von überdrehten Schrauben kommen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Schraubverfahren derart auszustalten, daß mit einem Werkzeug verschiedene Schrauben und Schraubfälle ohne Neueinstellung verschraubt werden können. Aufgabe ist außerdem eine Vorrichtung, wie sie oben beschrieben ist, entsprechend auszufüllen.

Bei dem eingangs beschriebenen Verfahren wird die Aufgabe gelöst durch die kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruchs 1. Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe bei der eingangs beschriebenen Vorrichtung gelöst mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 13.

Bei dem Verfahren wird eine Schraubverbindung durch Eindrehen eines Schraubelementes, beispielsweise eine Schraube, insbesondere Blechschraube, mittels eines elektrisch angetriebenen Schraubers (Elektroschraubers) hergestellt, wobei von einer Elektronik (elektronischen Steuerung) das Drehmoment des Schraubers überwacht wird. Dies erfolgt durch Auswerten des beim Antrieb des Schraubers fließenden Stroms, der proportional zum Drehmoment ist. Erfindungsge- 30 mäß erfolgt die Auswertung derart, daß von der Elektronik das Steigungsmaß des zeitlichen Verlaufes des Drehmomentes erfaßt wird. Nach einem bestimmten, vorgegebenen Drehmomentverlauf wird durch die Elektronik eine Abschaltung des Schraubers ausgelöst, 35 wobei der Gradient während eines Schraubervorganges zuerst einen Anstieg, eine Verringerung des Anstiegs, anschließend eine Zunahme des Anstiegs oder einen erneuten Anstieg und danach eine Verringerung der Zunahme oder des erneuten Anstiegs durchlaufen ha- 40 ben muß. Die Abschaltung kann unmittelbar mit der letzten Verringerung des Gradienten ausgelöst werden, vorteilhaft erfolgt die Abschaltung spätestens bei Beginn eines Abfalls des Gradienten (negative erste Ableitung). Ganz besonders vorteilhaft erfolgt die Abschaltung bei Erreichen von 70% bis 10% des zuletzt gemessenen Maximalwerts der Steigung und insbesondere bei Erreichen von 50% bis 20% dieses Wertes.

Als zeitlicher Verlauf kann ein linearer Verlauf mit der Zeit aber auch eine andere zeitabhängige Größe, 45 wie beispielsweise der Drehwinkel der Schrauberspinde bzw. der Schraubverbindung (auch indirekt über ein Schraubergetriebe) erfaßt werden. Steuerungstechnisch besonders einfach wird der Gradient als Ableitung erfaßt, die die Steigung des Gradienten in jedem Punkte wieder gibt. Entsprechend können auch die Verringerungen vorteilhaft als zweite Ableitung (Wendepunkt) des Gradienten erfaßt werden. Um kleine Schwankungen des Drehmomentverlaufes auszubügeln, werden die aufgenommenen Werte vorteilhaft über ein Tiefpaßfilter geführt zur Vermeidung von Fehlfunktionen. Das Tiefpaßfilter ist auf einen üblichen Schraubervorgang abgestimmt und kann beispielsweise ein Softwarefilter sein.

Je nach Schraubeinsatz kann das Maß der Verrin- 55 gung des ersten Anstiegs des Gradienten vorgegeben werden. So kann beispielsweise vorgegeben werden, daß bereits eine kleine Schulter im Drehmomentverlauf zur Erfüllung der ersten drei Kriterien des Gradienten-

verlaufes ausreichend ist. Es kann beispielsweise bei gewindeformenden Schrauben in Blech auch festgelegt werden, daß die Verringerung des ersten Anstiegs (zweites Kriterium) eine Abnahme des Drehmomentverlaufes beinhalten muß.

Erfnungsgemäß kann auch der Drehmomentverlauf, oder einzelne Werte hier von, wie max. Gewindeformdrehmoment, erreichtes Enddrehmoment, aus denen Rückschlüsse auf die Verschraubung hinsichtlich der Gewindeformung bzw. auch der Mutterngewindeformen gezogen werden können, in einem Speicher abgelegt werden. Die abgelegten Werte können sofort oder auch später ausgewertet werden für eine Freigabe des Gegenstandes, wodurch das erfundungsgemäß Verfahren insbesondere bei einer Bandmontage vorteilhaft zum Einsatz kommt. Ebenso kann eine Vielzahl von Schraubern mit einer zentralen Einheit verbunden werden, wobei diese Vernetzung online, beispielsweise durch IR-Übertragung oder auch durch Auslesen gespeicherter Schrauberwerte an der zentralen Einheit erfolgen kann.

Wenn unterschiedliche Abschaltkriterien gewünscht sind, so kann vorteilhaft eine Umschaltung der Werte durch Wechsel entsprechend präparierter Schrauberbits erfolgen.

Vorteilhaft kann bei dem erfundungsgemäßen Verfahren der Schrauber gewünschtenfalls auch zu einem üblichen Schrauber, gegebenenfalls mit Drehmoment erfassung und -abschaltung umgeschaltet werden, wobei vorgezogene auch beim Einsatz des erfundungsgemäßen Verfahrens eine Drehmomentabschaltung zuschaltbar ist, so daß auch bei Erreichen eines hohen Drehmomentes ein Abschalten des Schraubers erfolgt. Dies kann beispielsweise vorteilhaft dann eingesetzt werden, wenn beim Gewindeformen sehr hohe Drehmomentwerte auftreten können, die die Gefahr des Abdrehens des Schraubelementes (der Schraube) mit sich bringen. Bei einem solchen Abschalten können dann an dieser Schraubverbindung entweder Schraubelemente mit kleinerem Durchmesser (ΔA niedrigerem Drehmoment beim Gewindeformen) oder aber materialverstärkte Schrauben eingesetzt werden. Die Unterbrechung der Kraftübertragung bei Erreichen eines vorgegebenen Drehmomentes kann beispielsweise über eine mechanische Kupplung, insbesondere jedoch auch über die Elektronik durch Messung des Schrauberstroms erfolgen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vor Erreichen des Abschaltpunktes des Schraubers die Drehzahl des Schraubers verringert, so daß gegen Ende der Verschraubung die Verschraubung langsamer eingedreht wird. Hierdurch wird ein besseres Setzverhalten der Verschraubung und/oder eine genauere Ermittlung des Abschaltpunktes erreicht.

Vorteilhaft werden bei der Verschraubung selbstschneidende und/oder gewindeformende Schraubelemente eingeschraubt. Die Verschraubung erfolgt außerdem vorteilhaft mit handbetriebenen Schraubern, insbesondere Akkuschraubern. Weitere bevorzugte Maßnahmen sind nachfolgend bei der Vorrichtung beschrieben.

Der zur Erfahrung gehörende Elektroschrauber hat Mittel, insbesondere eine Elektronik bzw. elektronische Schaltung, die beim Eindrehen eines Schraubelementes, beispielsweise einer Schraube und insbesondere einer selbstschneidenden und/oder gewindeformenden Schraube, ein wirkendes Drehmoment durch Auswerten eines beim Antrieb des Elektroschraubers fließen-

den Stromes ermitteln. Erfahrungsgemäß erfassen diese Mittel einen zeitlichen Drehmomentverlauf und Lösen eine Abschaltung des Elektroschraubers nach einem vorbestimmten Gradientenverlauf während eines Eindrehvorganges aus. Dieser vorbestimmte Gradientenverlauf hat folgende Kriterien:

- Anstieg des Gradienten,
- Verringerung dieses Anstiegs,
- Zunahme des Anstiegs oder erneuter Anstieg des Gradienten,
- Verringerung der Zunahme oder des erneuten Anstiegs.

Der Gradient selbst oder seine Auswertung erfolgt vorteilhaft über einen Tiefpaßfilter, so daß Störimpulse oder kleinere Schwankungen nicht registriert werden. Die Verringerung des Anstiegs wird vorteilhaft über die zweite Ableitung des Drehmomentverlaufes bestimmt, wobei das Ausmaß dieser Verringerung vorteilhaft als Kriterium festgelegt wird. So kann beispielsweise für die erste Verringerung als Kriterium eine bestimmte Zeit und/oder ein Drehwinkel des Schraubelementes und/oder auch ein Ausmaß der Veränderung der Steigung festgelegt werden. Wenn dies nicht erfüllt ist, wird entweder eine Fehlermeldung ausgegeben oder die Verringerung als solche nicht erkannt. Das Ausmaß der Veränderung der Steigung kann vorteilhaft hierbei bei der ersten Verringerung des Anstiegs als Abnahme des Drehmomentes und bei der zweiten Verringerung als ein Wert bis zum Maximalwert des Drehmomentes gewählt werden.

Außerdem kann der Elektroschrauber, der vorteilhaft als Handschrauber und insbesondere als Akkuschrauber ausgebildet ist, noch andere Merkmale, wie eine Drehzahlreduzierung vor dem Auslösen der Abschaltung oder auch eine mechanische Drehmomentbegrenzung enthalten. Diese einzelnen Ausgestaltungen sind bereits oben beim Verfahren beschrieben.

Die Erfahrung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und zweier Zeichnungen näher beschrieben.

Es zeigen
Fig. 1 einen Akkuschrauber schematisch mit einer Steuereinheit; und

Fig. 2 einen erfundungsgemäßen Drehmomentverlauf. Der in Fig. 1 dargestellte Akkuschrauber 1 ist aufgebaut aus einem Elektromotor 2, einer Drehwinkelmeßvorrichtung 3, einer Schrauberspindel 4, einem elektronischen Schaltkreis 5 und einem Akkublock 6. Hinzu kommt eine stationäre Steuereinheit 7, die drahtlos 8, beispielsweise über Infrarotlicht, mit dem Akkuschrauber 1 in Verbindung steht. Die Drehwinkelmeßvorrichtung kann beispielsweise optoelektronisch erfolgen. Die Schrauberspindel 4 wird von dem Elektromotor 2 gespeist von dem Akkublock 6 angetrieben, wobei gesteuert über den elektronischen Schaltkreis 5 in Verbindung mit der Drehwinkelmeßvorrichtung 3 folgender Schraubvorgang abläuft. Nach Einschalten des Akkuschraubers über einen (nicht dargestellten) Handschalter dreht der Elektromotor 2 während der Einschraubphase eine (nicht dargestellte) Schraube mit hoher Drehzahl (ca. 300–900 U/min) zur Herstellung der Schraubverbindung. Während des Einschraubens wird das an der Schrauberspindel 4 wirkende Drehmoment in dem elektronischen Schaltkreis ermittelt. Gleichzeitig wird auch der Drehwinkel (über die Drehwinkelmeßvorrichtung 3) und/oder die Schraubzeit erfaßt. Gegen

Ende der Anziehphase der Schraubverbindung reduziert der elektronische Schaltkreis 5 die Drehzahl des Elektromotors 2 automatisch (auf ca. 50–300 U/min, insbesondere 50–100 U/min), um eine genauere Abschaltung zu erzielen, wodurch ein Setzverhalten der Schraubverbindung reduziert und Reibwertschwankungen der Schraubverbindung in ihrem Einfluß gering gehalten werden. In dem elektronischen Schaltkreis 5 werden außerdem die erfaßten Schraubwerte in einem Speicherbaustein hinsichtlich Drehmoment und Drehwinkel abgelegt und an eine stationäre Steuereinheit zur Auswertung weitergegeben.

Bei einer Bandmontage werden vorteilhaft an die stationäre Steuereinheit 7 solche Schrauberwerte übermittelt, aus denen der Erhalt einer korrekten Schraubverbindung ermittelbar ist. Nach Erhalt der entsprechenden Schrauberwerte erfolgt dann durch die stationäre Steuereinheit 7 die Freigabe des Gegenstandes zum Weitertransport durch das Band und/oder ein Hinweisignal (akustisch und/oder visuell) bezüglich korrekter und/oder unkorrekter Zahl und/oder Qualität der Schraubverbindungen.

Während der Anziehphase der Schraubverbindung wird in dem elektronischen Schaltkreis 5 das in Fig. 2 dargestellte Diagramm aufgenommen und ausgewertet. Hierbei erkennt und unterscheidet die integrierte Schrauberelektronik 5 das Füge- bzw. Gewindefurchmomen 9 vom Festzichmoment 10. Dadurch wird erreicht, daß die Verschraubung auch dann korrekt ausgeführt wird, wenn die Einschraubmomente 9 größer sind als die Abschalt- oder Ausreißmomente 10. Bei einer reinen Drehmomenterkennung würde der Schrauber entweder die Verschraubung beim Fügevorgang 9 bereits abbrechen oder die Schraube überdrehen. Der elektronische Schaltkreis 5 erkennt hierbei das Fügemoment 9 als Anstieg 11 des Drehmoments M, eine Abnahme 12 des Anstiegs 11 und eine Verringerung 13 des Drehmoments M. Das Erkennen der Verringerung kann optional erfolgen, so daß auch eine Schulter als Fügemoment 9 erkannt wird. Das Erkennen des Fügemoments 9 erfolgt also unabhängig vom Drehmoment M, so daß auch Problemverschraubungen 14 mit besonders hohem Drehmoment M verarbeitet werden. Hier kann gegebenenfalls ein besonders hohes Drehmoment als Abschaltmoment zur Absicherung beispielsweise des Schraubelementes gegen Abdrehen vorgegeben werden. Nach der Verringerung 13 des Drehmoments während des Gewindeformens 9 erkennt der elektronische Schaltkreis 5 einen erneuten Anstieg 15 und eine Verringerung 16 dieses erneuten Anstiegs 15. In der Verringerung 16 liegt auch der Beginn der Muttergewindeformation 17. Durch dieses automatische Erkennen der beginnenden Muttergewindeformation 17 kann der Schrauber 1 auch ohne vorgegebene Drehmomentabschaltwerte rechtzeitig abschalten 18, so daß auch hier Problemverschraubungen 19, bei denen bereits bei einem niedrigen Drehmoment das Muttergewinde deformiert wird, sicher erkannt und verschraubt werden.

Die Erfassung des Drehmoments in dem elektronischen Schaltkreis 5 erfolgt über den Drehwinkel α , der bei bekannter Schraubenlänge beispielsweise auch zusätzliche Abschaltmomente zur weiteren Absicherung des Schraubvorganges enthalten kann. So kann hier auch eine Abschaltung aufgrund einer vorgegebenen Umdrehungszahl der Schraube, vorteilhaft gemessen ab einem charakteristischen Punkt in der Drehmomentkurve, wie den Wendepunkten, dem Maximum oder Mini-

mum, erfolgen. Die Verringerung der Schrauberdrehzahl gegen Ende des Anziehens 10 kann beispielsweise auch durch Ermitteln des Wendepunktes in diesem Bereich (Übergang von erneutem Anstieg 15 zur Verringerung 16) erfolgen.

Dieses Verfahren bzw. der Schrauber arbeitet weitgehend unabhängig von der Schraubengröße und vom Schraubfall und schaltet somit selbsttätig im Maximum oder bei einem vorgegebenen Drehmomentverlauf ab.

Mit der Erfindung wird mit einem Hand-Akkuschrauber bei Dünblech- oder Kunststoffverschraubungen folgendes erreicht:

- mit einem Werkzeug werden verschiedene Schrauben und Schrauffälle ohne Neueinstellung verschraubt bei optimalem Festsitz;
- unterschiedliche Drehzahlen (schnelles Eindrehen, langsames Festziehen) können vorgegeben werden mit dem Erfolg einer Schraubzeitverkürzung und Verbesserung durch genaueres Abschalten;
- eine integrierte Elektronik steuert und überwacht das Drehmoment, den Drehwinkel und die Schraubzeit,
- die Schrauberergebnisse können gespeichert und nach der Verschraubung an eine stationäre Steuereinheit zur Auswertung und/oder Dokumentation übermittelt werden,
- Parameter für unterschiedlichste Verschraubungen können im Werkzeug abgespeichert werden,
- mehrere Akkuschrauber können vernetzt eingesetzt werden (Überwachung mehrerer Akkuschrauber bei einer Montage, insbesondere Endmontage, wobei die Akkuschrauber beispielsweise durch unterschiedliche Bits vorteilhaft für unterschiedliche Schrauben ausgelegt sind),
- die beiden Anziehphasen, das Gewindeformen und das Endanziehen, werden getrennt gesteuert; während des Gewindeformens erfolgt eine separate Drehmoment(Strom)-Bewertung, wobei höhere Drehmomente akzeptiert werden können als in der späteren Anziehphase,
- das Erkennen des Gewindeformens erfolgt durch einen Vergleich von ansteigendem zu abfallendem bzw. geringer ansteigendem Drehmoment (Strom),
- das Erkennen der beginnenden Mutterdeformation erfolgt durch Bildung eines Strom/Drehwinkelquotienten bzw. -zeitquotienten; reduziert sich der gebildete Quotient um einen vorher festgelegten Anteil vom gemessenen Maximalwert, wird der Schrauber gestoppt.

Die Erfindung wird vorteilhaft im Automobilbau eingesetzt, vorteilhaft in der Endmontage und insbesondere beim Einbau von Armaturentafeln und mit dem Aufbau/Karosserie verbundenen Teilen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Schraubverbindung durch Eindrehen eines Schraubelementes mittels eines elektrisch angetriebenen Schraubers, wobei von einer Elektronik ein beim Eindrehen des Schraubelementes wirkendes Drehmoment durch Auswerten eines beim Antrieb des Schraubers fließenden Stroms ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß von der Elektronik ein zeitlicher

Drehmomentverlauf als Gradient erfaßt wird, daß nach einem Anstieg des Gradien-
tens eine erste Ver-
ringerung des Anstiegs registriert wird, und daß nach einer nachfolgenden Zunahme des Gradien-
tens und einer darauf folgenden zweiten Verringerung des Anstiegs eine Abschaltung des Schraubers ausgelöst wird. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Abschaltung spätestens bei Be-
ginn eines Abfalls des Gradientens ausgelöst wird 10 (negative erste Ableitung).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß als zeitlicher Drehmomentver-
lauf ein Verlauf über die Zeit und/oder über einen 15 Drehwinkel der Schraubverbindung erfaßt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gra-
dient als Ableitung erfaßt wird. 15

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ab einem 20 Wendepunkt des Gradienten die jeweilige Verrin-
gerung registriert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Eindrehen 25 gegebenenfalls mit Werten des zeitlichen Drehmomentverlaufs in einem Speicher abgelegt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Schrauber mit einer zentralen Einheit ver- 30 netzt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß verschiedene 35 Werte der zweiten Verringerung zur Auslösung der Abschaltung des Schraubers vorgegeben wer-
den können.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein maxima-
les Drehmoment an dem Schrauber eingestellt wer- 40 den kann, bei dessen Erreichen ebenfalls eine Ab-
schaltung des Schraubers, insbesondere eine Unterbrechung der Kraftübertragung auf das Schraubelement ausgelöst wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Schrau- 45 ber ein handbetriebener Schrauber, insbesondere ein Akkuschrauber eingesetzt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Ab-
schaltung des Schraubers ausgelöst durch die zwei- 50 te Verringerung des Anstiegs eine Reduzierung der Eindrehdrehzahl des Schraubelementes erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein selbst-
schneidendes und/oder gewindeformendes 55 Schraubelement eingeschraubt wird.

13. Elektroschrauber mit Mitteln, die beim Eindrehen eines Schraubelementes ein wirkendes Dreh-
moment durch Auswerten eines beim Antrieb des Elektroschraubers fließenden Stroms ermitteln, da- 60 durch gekennzeichnet, daß die Mittel (3, 5) einen zeitlichen Drehmomentverlauf (Fig. 2) als Gradienten erfassen, und daß die Mittel (3, 5) eine Abschaltung (18) des Elektroschraubers (1) auslösen, nachdem diese den folgenden Gradientenverlauf wäh- 65 rend eines Eindrehvorgangs registriert haben:

- Anstieg des Gradienten (11),
- Verringerung dieses Anstiegs (12),

— Zunahme des Anstiegs oder erneuter An-
stieg des Gradientens (15),
— Verringerung der Zunahme oder des erneu-
ten Anstiegs (16).

14. Elektroschrauber nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (3, 5) die Abschaltung (18) des Elektroschraubers (1) spätestens bei Beginn eines Abfalls des Gradientens nach der Ver-
ringerung der Zunahme oder des erneuten An-
stiegs auslösen.

15. Elektroschrauber nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zeitliche Dreh-
momentverlauf ein Verlauf über die Zeit und/oder über einen Drehwinkel (α) des Schraubelementes ist.

16. Elektroschrauber nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (3, 5) als Gradienten eine Ableitung des Drehmoment-
verlaufes erfassen.

17. Elektroschrauber nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher vorgesehen ist zur Aufnahme von Werten des zeitlichen Drehmomentverlaufs.

18. Elektroschrauber nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß dieser ein Handschrauber, insbesondere ein Akkuschrauber ist.

19. Elektroschrauber nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß dieser eine Drehzahlreduzierung vor dem Auslösen der Ab-
schaltung (18) hat.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

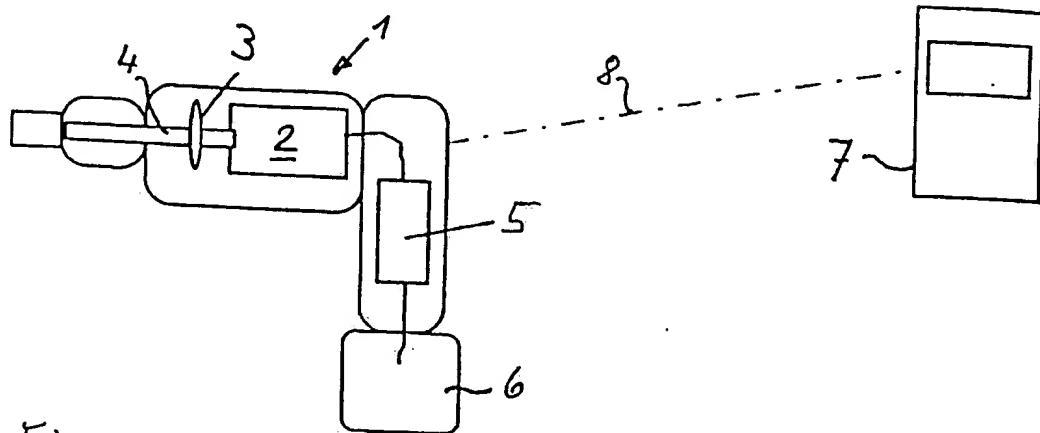


Fig. 1

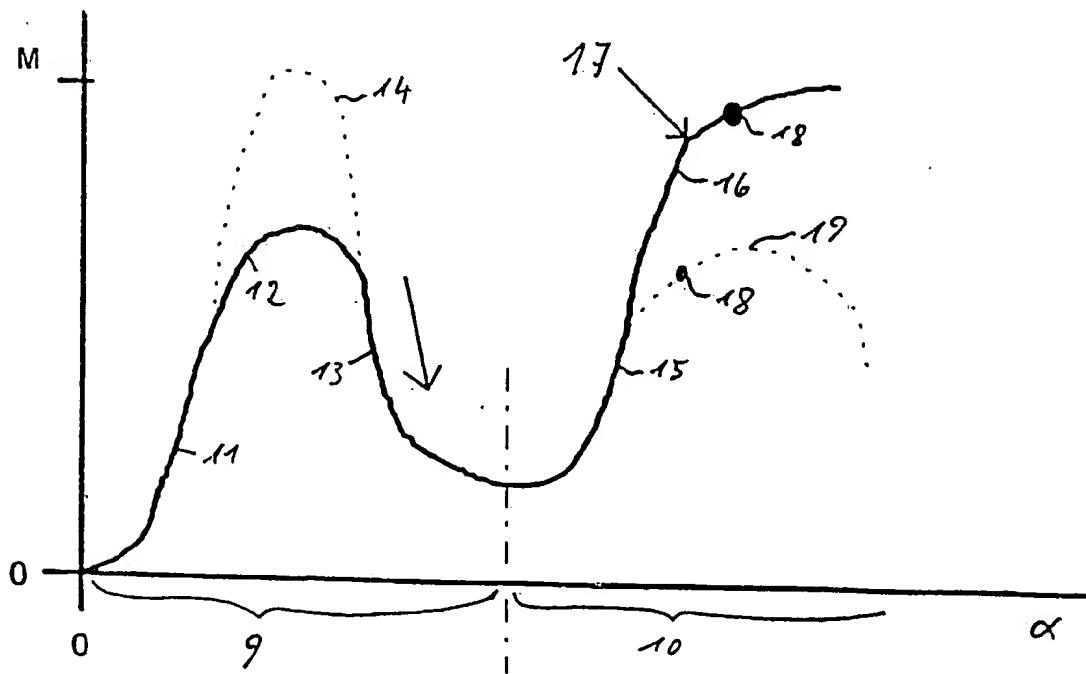


Fig. 2